

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001131712  
PUBLICATION DATE : 15-05-01

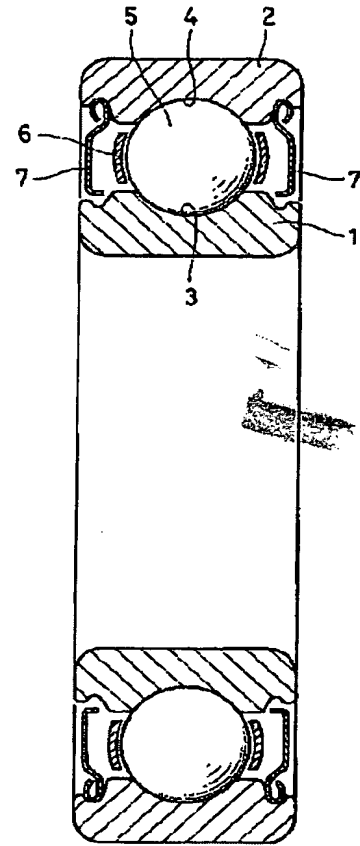
APPLICATION DATE : 01-11-99  
APPLICATION NUMBER : 11310528

APPLICANT : NTN CORP;

INVENTOR : MAEDA KIKUO;

INT.CL. : C22C 38/00 C21D 6/00 C22C 38/18  
F16C 33/32 F16C 33/34 F16C 33/62

TITLE : MACHINE ELEMENT HAVING ROLLING  
MECHANISM AND ROLLING CONTACT  
MEMBER THEREOF



BEST AVAILABLE COPY

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a machine element having a rolling mechanism provided with excellent corrosion resistance and rolling fatigue strength and also small in noise at the time of driving and to produce a rolling contact member thereof.

SOLUTION: As the stocks for inner and outer rings 1 and 2 and a ball 5, steel in which the contents of chromium and carbon are made smaller than those in the conventional corrosion resistant bearing steel, and nitrogen of 800 to 2000 ppm is added is used, by which a ball bearing in which carbides appearing on the transfer faces 3 and 4 of the inner and outer rings 1 and 2 and the surface of the ball 5 are fine, and noise at the time of driving is small can be provided.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-131712

(P2001-131712A)

(43)公開日 平成13年5月15日(2001.5.15)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト*(参考)
C 2 2 C 38/00	3 0 2	C 2 2 C 38/00	3 0 2 Z 3 J 1 0 1
C 2 1 D 6/00	1 0 1	C 2 1 D 6/00	1 0 1 K
C 2 2 C 38/18		C 2 2 C 38/18	
F 1 6 C 33/32		F 1 6 C 33/32	
33/34		33/34	

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-310528

(22)出願日 平成11年11月1日(1999.11.1)

(71)出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72)発明者 田中 広政

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ

ティエヌ株式会社内

(72)発明者 前田 喜久男

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ

ティエヌ株式会社内

(74)代理人 100074206

弁理士 鎌田 文二 (外2名)

Fターム(参考) 3J101 AA02 AA32 AA42 AA54 AA62

BA10 BA20 BA70 DA03 EA02

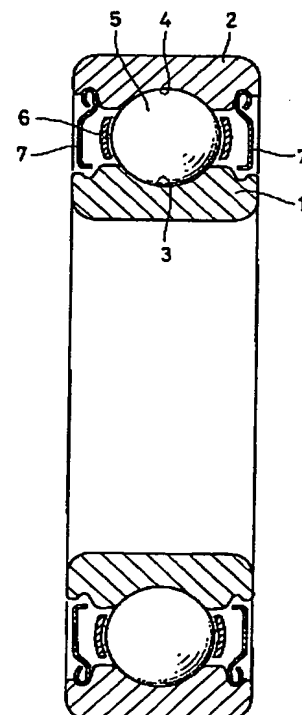
FA01 FA08 FA31

(54)【発明の名称】 転がり機構を有する機械要素およびその転動接触部材

(57)【要約】

【課題】 優れた耐蝕性と転動疲労強度を備え、かつ、運転時の騒音が小さい転がり機構を有する機械要素とその転動接触部材を提供することである。

【解決手段】 内外輪1、2およびボール5の素材として、従来の耐蝕軸受鋼よりもクロムと炭素の含有量を低減し、800～2000ppmの窒素を添加した鋼を用いることにより、腐食環境下での耐蝕性と転動疲労特性に優れ、かつ、内外輪1、2の転走面3、4およびボール5の表面に現れる炭化物が微細で、運転時の騒音が少ない玉軸受を提供できるようにしたのである。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 転動体が転走面を転動する転がり機構を有する機械要素の転動側または被転動側の転動接触部材において、その素材を、重量比にして、C：0.35～0.45%、Si：0.15～0.35%、Mn：0.6～0.8%、Cr：9.0～11.0%、およびN：800～2000ppmを含有し、残部不可避的不純物を含む鋼とし、ずぶ焼入れまたは高周波焼入れにより、その表面をロックウェル硬さHRC58以上に硬化させたことを特徴とする転動接触部材。

【請求項2】 転動体が転走面を転動する転がり機構を有する機械要素において、転動側および被転動側の転動接触部材の少なくとも1つの部材を、重量比にして、C：0.35～0.45%、Si：0.15～0.35%、Mn：0.6～0.8%、Cr：9.0～11.0%、およびN：800～2000ppmを含有し、残部不可避的不純物を含む鋼で形成し、ずぶ焼入れまたは高周波焼入れにより、その表面をロックウェル硬さHRC58以上に硬化させたことを特徴とする機械要素。

【請求項3】 前記転がり機構を有する機械要素が転がり軸受であり、前記表面を硬化させた転動接触部材が内輪または外輪で、その表面硬化が高周波焼入れによりなされた請求項2に記載の機械要素。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、転がり機構を有する機械要素とその転動接触部材に関し、特に腐食環境下での使用に好適な機械要素とその転動接触部材に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】転がり機構を有する機械要素は、各種産業機械や車両等に幅広く用いられており、その代表例としては、各種転がり軸受、伝動装置用のボールねじや等速自在継手、案内装置用のリニアガイド等がある。これらの機械要素においては、ボールやころ等の転動体が内外輪の転走面やねじ軸やナットの転走面を転動し、互いに転動接触する転動側部材と被転動側部材との間には、それぞれの負荷に応じた面圧が作用する。

【0003】上記機械要素は、それぞれが装着される機械設備等によって、様々な環境で使用され、腐食しやすい環境で使用されるものも多い。例えば、鉄鋼製造設備に用いられる転がり軸受では、スケール等が混じった水が直接軸受部に降りかかる場合があり、食品加工設備に用いられる転がり軸受では、軸受部が水や蒸気に曝される場合がある。一方、精密機器等に用いられる機械要素には、接着剤で設備に固定されるものもあり、この場合は接着性を高めるために、機械要素の各部材が脱脂されたままの状態で使用されることもある。また、接着のために限らず、周辺の汚染を嫌う意味から、防錆油の使用が許されない用途もある。

【0004】このような腐食環境下で使用される機械要素では、上記鉄鋼製造設備の転がり軸受のように、材料の転動疲労によるフレーキングではなく、錆によるピットを起点とする損傷で軸受の耐久寿命が律せられることがある。また、上記食品加工設備の転がり軸受のように、軸受の寿命以前に錆の発生そのものが衛生上の観点から許容されないものもある。

【0005】従来、錆の発生が許容されない転がり軸受等の機械要素の部材には、ステンレス鋼SUS440Cが使用されていた。SUS440Cは耐蝕性は優れているが、数10μm程度の大きな炭化物が形成されているので、この炭化物が転動疲労損傷の起点となりやすく、負荷の高い機械要素には採用できなかった。

【0006】その後、耐蝕性と転動疲労強度を兼ね備えた材料の開発が進められ、現在では、Cr含有量を減らして炭化物のサイズを小さくした耐蝕軸受鋼がいくつか実用化されている。これらの耐蝕軸受鋼は、耐蝕性を確保するためにCr量を12～14重量%とし、軸受鋼としての焼入れ硬さをHRC58以上とするためにC量を0.5～0.8重量%程度としたものである。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の耐蝕軸受鋼は、転動疲労強度が通常の高炭素クロム軸受鋼SUJ2より劣り、耐蝕性についてもSUS440Cよりは若干劣る問題がある。また、炭化物のサイズも未だ十分に小さくないため、これらの炭化物が転動接触部材の表面に現れて、転動体が転走面を転動する際に騒音を発生させる問題もある。

【0008】そこで、この発明の課題は、優れた耐蝕性と転動疲労強度を備え、かつ、運転時の騒音が小さい転がり機構を有する機械要素とその転動接触部材を提供することである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、この発明の転動接触部材は、転動体が転走面を転動する転がり機構を有する機械要素の転動側または被転動側の転動接触部材において、その素材を、重量比にして、C：0.35～0.45%、Si：0.15～0.35%、Mn：0.6～0.8%、Cr：9.0～11.0%、およびN：800～2000ppmを含有し、残部不可避的不純物を含む鋼とし、ずぶ焼入れまたは高周波焼入れにより、その表面をロックウェル硬さHRC58以上に硬化させたものである。

【0010】また、この発明の機械要素は、転動体が転走面を転動する転がり機構を有する機械要素において、転動側および被転動側の転動接触部材の少なくとも1つの部材を、重量比にして、C：0.35～0.45%、Si：0.15～0.35%、Mn：0.6～0.8%、Cr：9.0～11.0%、およびN：800～2000ppmを含有し、残部不可避的不純物を含む鋼で

形成し、ずぶ焼入れまたは高周波焼入れにより、その表面をロックウェル硬さHRC58以上に硬化させた構成を採用したものである。

【0011】本発明者らは、上述した騒音の原因となる炭化物を微細化するためにCr量とC量を従来の耐蝕軸受鋼よりも低減し、その上で優れた耐蝕性と転動疲労強度を確保するために、窒素(N)を多量に添加することを考え、適正なNの添加量とその他の化学成分の組合せを模索した。

【0012】上記転動接触部材の素材とする鋼の組成について、N量の下限を800ppmとしたのは、Cr量を9.0~11.0%としたときの耐蝕性を確保するためと、C量を0.35~0.45%としたときの表面焼入れ硬さを確保するためである。N量の上限を2000ppmとしたのは、凝固時の割れを防ぐためである。

【0013】C量について、下限を0.35%としたのは、基本的な焼入れ硬さを確保するためであり、上限を0.45%としたのは、Cr量を9.0~11.0%固溶したときの析出炭化物のサイズを5 $\mu$ m以下に抑えるためである。

【0014】Cr量を9.0~11.0%としたのは、上記N量との組合せで優れた耐蝕性を確保するためと、上記C量の範囲で大きな炭化物を析出させないためである。

【0015】Siは、鋼の脱酸剤として含まれる元素であるが、含有量が多いとCrやNの添加による耐蝕性の向上を妨げるので、0.15~0.35%とした。

【0016】Mn量を0.6~0.8%としたのは、上記C量の範囲で必要な焼入れ性を確保するためである。

【0017】このような組成の鋼を転動接触部材の素材とし、ずぶ焼入れまたは高周波焼入れして、その表面をロックウェル硬さHRC58以上に硬化させることにより、転動接触部材として必要な表面硬さを確保することができる。

【0018】上述した転がり機構を有する機械要素を転がり軸受に適用し、上記表面を硬化させた転動接触部材を内輪または外輪とし、その表面硬化を高周波焼入れで行うことにより、腐食環境下でより高負荷の条件で使用されるのに好適な転がり軸受を提供することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係る機械要素を玉軸受に適用した実施形態を示す。この玉軸受は、被転動接触部材としての内外輪1、2にそれぞれ転走面3、4が設けられ、これらの転走面3、4の間の軸受空間に、転動接触部材としての複数のボール5が配列されている。各ボール5は保持器6で保持され、軸受空間の両端には鋼板製シールド7が取り付けられている。内外輪1、2およびボール5は、表1に実施例として示す化学成分を有する鋼を素材として、高周波焼入れしたものであり、それぞれの表面硬さはロックウェル硬さHRC5

8以上となっている。なお、表1に実施例として示した各鋼の酸素含有量は、酸化物系非金属介在物を起点とする転動疲労損傷を回避するため、17ppm以下に管理した。

【0020】

【表1】

サンプル	化学成分(質量%、ただしNはppm)				
	C	Si	Mn	Cr	N
実施例1	0.35	0.25	0.61	9.1	800
実施例2	0.40	0.24	0.60	10.2	1400
実施例3	0.45	0.26	0.61	11.0	2000
比較例1	0.99	0.28	0.43	1.52	—
比較例2	0.60	0.21	0.71	12.1	—
比較例3	0.68	0.27	0.66	14.0	—
比較例4	0.51	0.49	0.40	14.5	—
比較例5	0.98	0.23	0.39	17.35	—

【0021】以下に実施例および比較例を挙げる。

【0022】

【実施例】表1中に実施例1~3として示す化学成分を有する鋼を内外輪とボールの素材とし、これを高周波焼入れして製造した図1の玉軸受と、同じく実施例1~3に示す化学成分を有する鋼を、真空中で1050℃に加熱後ガス冷却により焼入れし、160℃で焼戻し処理して作成した後述する各種試験用の試験片を用意した。

【0023】

【比較例】表1に比較例1~5として示す化学成分を有する鋼を内外輪とボールの素材として焼入れし、製造した実施例と同じ規格の玉軸受と、同じく比較例1~5に示す化学成分を有する鋼を、比較例1は雰囲気管理した炉中で840℃に加熱後油焼入れし、160℃で焼戻し処理して、比較例2~4は真空中で1050℃に加熱後ガス冷却により焼入れし、160℃で焼戻し処理して、それぞれ実施例と同じ形態の試験片を作成した。なお、比較例1の鋼は従来の高炭素軸受鋼SUJ2、比較例2~4は従来の耐蝕軸受鋼、比較例5はステンレス鋼SUS440Cである。

【0024】上記実施例および比較例の玉軸受と各試験片を用いて、耐蝕性試験、2種類の転動疲労試験、および軸受騒音試験を実施した。各試験の概要と試験結果は以下の通りである。

【0025】(1)耐蝕性試験

直径12mmの円柱試験片を用いた。各試験片の端面をサンドペーパー#240で磨いて、石油ベンゼンで脱脂し、この端面を室温にて1%NaCl水溶液に16時間浸漬し、各端面での錆の発生状況を観察した。

【0026】

【表2】

サンプル	錆発生状況	試験の繰返数
実施例1	全く発生なし	6
実施例2	全く発生なし	6
実施例3	全く発生なし	6
比較例1	全面発生	4
比較例2	わずかに点在	5
比較例3	わずかに点在	5
比較例4	わずかに点在	5
比較例5	全く発生なし	5

【0027】結果を表2に示す。実施例の各試験片は錆が全く発生せず、SUS440C（比較例5）と同等の優れた耐蝕性を有することがわかる。一方、従来の耐蝕軸受鋼（比較例2～4）の端面には錆がわずかに点在し、SUJ2（比較例1）は端面の全面に錆が発生した。

【0028】（2）清浄油潤滑転動疲労試験

直径12mm、長さ12mmの円柱試験片を、これと平行にセットした直径20mm、長さ20mmの相手試片と線接触させ、転動疲労試験を行った。線接触部には清浄な潤滑油を十分に供給し、流体潤滑状態として金属間接触が生じないようにした。試験条件は以下の通りである。なお、転動寿命はL10寿命（サンプルの90%が破損しないで使える寿命）で評価し、寿命比は比較例1のL10寿命を基準とした。

【0029】

- ・最大接触圧力：4160MPa
- ・負荷速度：20400回/分
- ・潤滑油：タービン油VG68

【0030】

【表3】

サンプル	清浄油潤滑転動疲労試験		
	L10寿命（×10 <sup>4</sup> 回）	寿命比	n数
実施例1	5568	1.9	15
実施例2	5862	2.0	15
実施例3	7220	2.5	15
比較例1	2920	1.0	20
比較例2	1580	0.5	20
比較例3	987	0.3	13
比較例4	560	0.2	14
比較例5	316	0.1	24

【0031】結果を表3に示す。実施例の各試験片は、いずれもSUJ2（比較例1）の2倍程度の優れた耐久寿命を示すことがわかる。これに対して、従来の耐蝕軸受鋼の寿命比は0.5以下、SUS440Cの寿命比は0.1と低い。

【0032】（3）水入り潤滑転動疲労試験

平板試験片を水と潤滑油が重量比で7：3に混合された浴中に水平にセットし、垂直回転軸の先端に取り付けたスラスト玉軸受の複数のボールを相手試片として点接触させ、転動疲労試験を行った。この場合は、転動疲労によるフレーキングよりも錆のピットを起点とする摩耗や微小剥離が優先的に生じるので、予備試験での知見に基づいて、転動疲労特性を試験片の摩耗深さで評価した。試験条件は以下の通りである。

【0033】・相手スラスト玉軸受：外径47mm、内径30mm、ボール径1/4インチ

- ・最大接触圧力：3200MPa
- ・回転速度：2000rpm
- ・潤滑油：タービン油VG56

結果を図2に示す。なお、比較例3および4は比較例2とほとんど同じレベルであったのでプロットを省略した。実施例の各試験片は、いずれも $1.0 \times 10^7$ の負荷回数における摩耗深さが $2\mu\text{m}$ 程度であり、従来の耐蝕軸受鋼よりも摩耗深さが浅く、SUS440C並の摩耗深さであった。したがって、腐食環境下での転動疲労特性が優れていることがわかる。SUJ2は摩耗深さが非常に深く、腐食環境下での転動疲労特性が劣る。

【0034】（4）軸受騒音試験

図1に示した規格の鋼板製シールド付き玉軸受をスピンドルの回転軸に取り付けて高速回転させ、マイクを試験玉軸受から70mmの位置にセットして、回転時の騒音の経時変化を2000時間に渡って測定した。試験条件は以下の通りである。

【0035】

- ・試験玉軸受：外径15mm、内径6mm

- ・回転速度 : 3600 rpm
- ・アキシャル荷重 : 2 kgf
- ・環境温度 : 60℃

結果を図3に示す。この試験でも比較例3および4は比較例2と同じレベルであったので、図2の場合と同様にプロットを省略した。実施例の各玉軸受は、いずれもS U J 2の騒音レベルに近い低い値を示す。これに対して、従来の耐蝕軸受鋼とS U S 4 4 0 Cは騒音レベルが高く、経時劣化も大きい。

#### 【0036】

【発明の効果】以上のように、この発明の転がり機構を有する機械要素とその転動接触部材は、従来の耐蝕軸受鋼よりもクロムと炭素の含有量を低減し、800~2000 ppmの窒素を添加したので、腐食環境下での優れた耐蝕性と転動疲労特性を確保することができ、かつ炭

化物を微細化して、運転時の騒音も抑えることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】玉軸受の実施形態を示す縦断面図

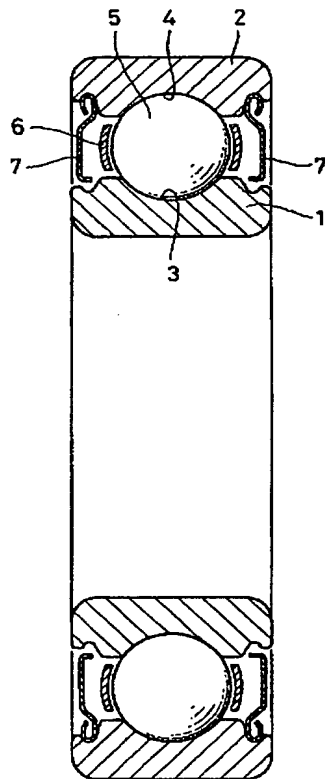
【図2】水入り潤滑疲労試験での負荷回数と摩耗深さの関係を示すグラフ

【図3】軸受騒音試験での騒音レベルの推移を示すグラフ

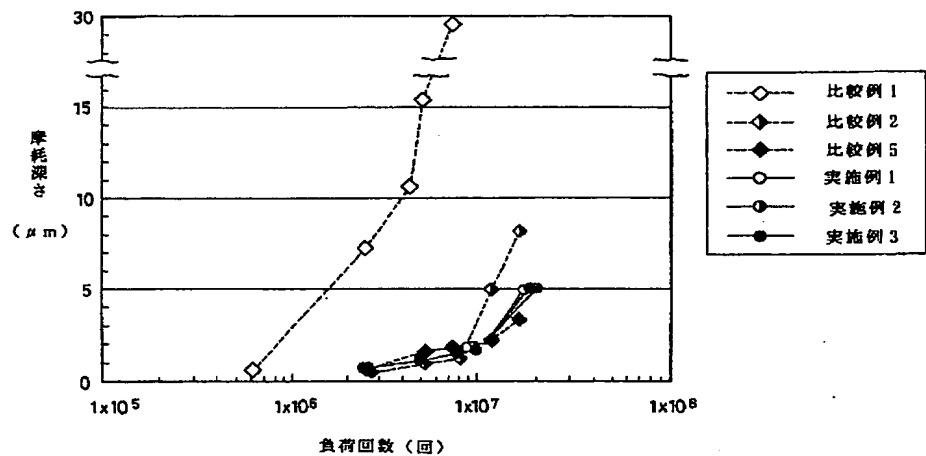
#### 【符号の説明】

- 1 内輪
- 2 外輪
- 3、4 転走面
- 5 ボール
- 6 保持器
- 7 シールド

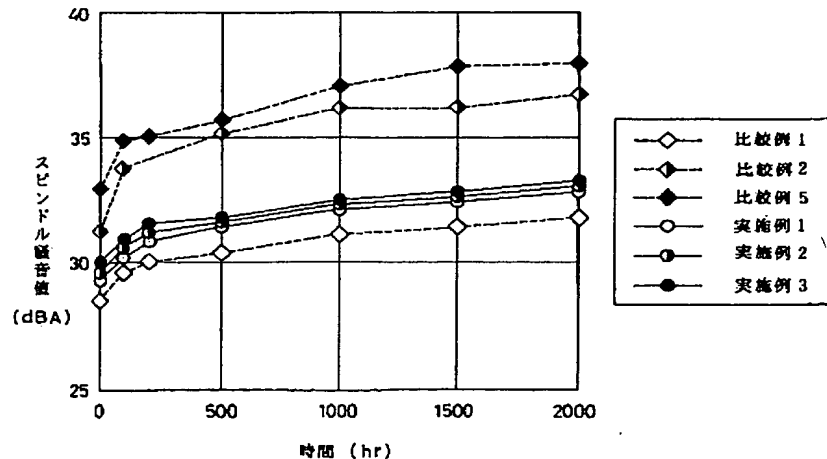
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

F 1 6 C 33/62

識別記号

F I

F 1 6 C 33/62

テ-リ-ド (参考)